



JPW

Docket No.: 2901683.13
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Jean-Christophe Ehrstrom et al

Confirmation No.: 4577

Application No.: 10/669,502

Group Art Unit: 1775

Filed: September 25, 2003

Examiner: Lavilla, Michael E.

For: COMPOSITE LAMINATED ALUMINUM-
GLASS FIBER SANDWICH PANELS

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS AF
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
France	02 11841	25 September 2002

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Application No.: 10/669,502



Docket No.: 2901683.13

Applicant believes no fee is due with this submission. However, if a fee is due, please charge our Deposit Account No. 11-0553, under Order No. 2901683.13, from which the undersigned is authorized to draw.

Dated: May 4, 2006

Respectfully submitted,

By

Susan E. Shaw McBee

Susan E. Shaw McBee

Registration No. 39,294

Kening Li, Ph.D.

Registration No. 44,872

Baker, Donelson, Bearman, Caldwell, & Berkowitz, P.C.

555 11th Street, NW, 6th Floor

Washington, DC 20004

Direct: 202.508.3479

Fax: 202.220.2279

Attorneys for Applicant

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **06 AVR. 2006**

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Important !

Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 190600

25 SEPT 2002 REMISE DES PIÈCES DATE 69 INPI LYON LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE PECHINEY Monsieur Martin-Peter SCHMIDT Immeuble "SIS" 217 Cours Lafayette 69451 LYON CEDEX 06	
Vos références pour ce dossier (facultatif) BR 3511 MPS/NC			
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) FEUILLES COMPOSITES STRATIFIÉES ALUMINIUM - FIBRES DE VERRE			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		PECHINEY RHENALU	
Prénoms			
Forme juridique		SA	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	7 Place du Chancelier Adénauer	
	Code postal et ville	75116 PARIS	
Pays		FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 25 SEPT 2002 69 INPI LYON LIEU 0211841 N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		DB 540 W / 190600	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		BR 3511 MPS/NC	
6 MANDATAIRE			
Nom		SCHMIDT	
Prénom		Martin-Peter	
Cabinet ou Société		PECHINEY	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		10187 - LC 004A	
Adresse	Rue	Immeuble "SIS" -217 Cours Lafayette	
	Code postal et ville	69451	LYON CEDEX 06
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>			
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (<i>joindre un avis de non-imposition</i>) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (<i>joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence</i>):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) Martin-Peter SCHMIDT		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI A. CHAPELAN	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

Feuilles composites stratifiées aluminium – fibres de verre

Domaine de l'invention

5 L'invention concerne des nouvelles feuilles composites stratifiées aluminium – fibres de verre avec adhésif – aluminium, un matériaux connu sous le nom générique « Glare », et l'utilisation de telles feuilles composites stratifiées en construction aéronautique, et notamment comme peau de revêtement de fuselage.

Etat de la technique

10 On connaît depuis longtemps des composites stratifiés aluminium – fibre à base de polymères organiques – aluminium. Les polymères organiques sont typiquement des polyamides ou des polyesters. A titre d'exemple, les brevets EP 0 056 288 B1 et EP 0 056 289 B1 (Technische Hogeschool Delft) divulguent un matériau stratifié, constitué de deux tôles minces en aluminium à traitement thermique (notamment en alliages 2024 T3 et 7075 T6) enserrant une couche adhésive, dans laquelle sont
15 noyées des fibres en polyparaphénylène-téréphtalamide (PPDT) ayant un module d'élasticité élevé, compris entre 50 GPa et 250 GPa. Plusieurs couches alternées de matière organique et d'aluminium peuvent ainsi être superposées. Ce type de matériau à base de fibres organiques ne peut pas être utilisé à des températures élevées, typiquement au-delà de 120 °C à 130 °C, pour des durées prolongées. De plus, la maîtrise des contraintes résiduelles dans ces feuilles composites stratifiées est
20 difficile.

Le brevet EP 0 312 150 B1 (Structural Laminates Company) divulgue l'utilisation de fibres de carbone, aramide, polyéthylène ou verre sous forme de filaments continus s'étendant parallèlement les uns aux autres dans au moins une direction. Ces fibres
30 sont imprégnées par un adhésif thermoplastique. Les feuilles ou panneaux composites stratifiées sont précontraintes.

La demande de brevet EP 0 323 60 A1 (Akzo Nobel) divulgue un procédé de fabrication d'éléments structuraux pour fuselage d'avion incorporant des feuilles composites stratifiées, qui utilise des résines thermodurcissables, notamment des résines époxy. L'homme du métier désigne ces feuilles composites stratifiées par le
5 nom générique « Glare ».

La demande de brevet WO 98/53989 (Akzo Nobel) divulgue un procédé de fabrication de feuilles composites stratifiées incorporant des tôles métalliques en alliages à base d'aluminium, cuivre, magnésium, acier ou titane. Les alliages préférés
10 sont les alliages de type 2x24 T3 et 7x75 T6.

L'état de la technique, les procédés de fabrication, les caractéristiques et les applications des complexes stratifiés aluminium – fibre de verre de type Glare sont résumés dans l'article « Fibre Metal Laminates for High Capacity Aircraft » de A.
15 Vlot, L.B. Vogelesang et T.J. de Vries, 30th International SAMPE Technical Conference, October 20-24, 1998, pages 456 – 470, et dans l'article « The Residual Strength of Fibre Metal Laminates : Glare 2 and Glare 3 » de C.A.J.R. Vermeeren, 30th International SAMPE Technical Conference, October 20-24, 1998, pages 471 – 482.

20

Le terme « alliage à traitement thermique » est défini pour l'aluminium dans la norme EN 12258-1 comme un « alliage qui peut être durci par un traitement thermique approprié » ; le terme opposé « alliage sans traitement thermique » est défini dans la même norme comme « un alliage qui ne peut être durci de façon substantielle par un
25 traitement thermique ». On compte parmi les alliages à traitement thermique les alliages des séries 2xxx, 7xxx et 6xxx, alors que les alliages des séries 5xxx et 3xxx sont des alliages sans traitement thermique.

Typiquement, les feuilles composites stratifiées selon l'état de la technique
30 comportent N tôles minces en alliage d'aluminium à traitement thermique qui alternent avec N-1 feuilles de résine époxy renforcée avec des fibres de verre ; ces feuilles de résine époxy renforcé avec des fibres de verre sont parfois appelées

« prepreg ». Dans ces assemblages, les tôles d'aluminium forment les faces extérieures du composite stratifié et alternent avec les feuilles de résine renforcée avec des fibres de verre. On utilise comme alliage à traitement thermique des alliages appartenant aux familles 2xxx ou 7xxx, et plus particulièrement l'alliage 2024 à l'état T3. L'épaisseur desdites tôles minces en alliage d'aluminium est typiquement de l'ordre de 0,1 mm à 0,6 mm. La tôle externe du complexe stratifié est habituellement une tôle plaquée, afin de minimiser la corrosion de cette face externe. L'épaisseur totale du complexe stratifié dépend de l'application : pour une peau de fuselage, elle est de l'ordre de 3 mm, alors que pour un renfort de peau de porte d'avion, une épaisseur de l'ordre de 20 mm peut être nécessaire (voir l'article de B. Isink « Mit Glare 'erleichtert' abheben », paru dans la revue Airbus News, 1 novembre 2001).

Ces feuilles composites stratifiées selon l'état de la technique montrent certains inconvénients. Tout d'abord, les tôles minces en alliages à traitement thermique sont coûteuses car leur procédé de fabrication est complexe. Par ailleurs, la plupart des alliages des familles 2xxx et 7xxx, et notamment tous les alliages desdites familles qui sont utilisés pour la fabrication d'éléments structuraux pour application aéronautique, sont sensibles à la corrosion. Pour cette raison, lorsque cette sensibilité à la corrosion est gênante, on utilise comme face externe de l'élément structural des tôles plaquées. D'une façon générale, le traitement thermique d'une tôle mince est délicat, car elle risque de se déformer, notamment lors de la trempe. Cela nécessite des mesures correctives se traduisant par des étapes de procédé supplémentaires, par exemple le défripage, le planage, ou la traction contrôlée. Le traitement thermique de tôles minces plaquées est encore plus délicat, car à haute température, certains éléments chimiques contenus dans l'âme peuvent diffuser dans le placage. A titre d'exemple, si le cuivre contenu dans les alliages 2xxx, tel que le 2024, parvient à se répandre dans la couche de placage, celle-ci ne jouera plus correctement son rôle de protection contre la corrosion et peut être attaquée par l'environnement. Par ailleurs, la couche de placage étant mécaniquement peu résistante, les tôles minces plaquées doivent être manipulées avec précaution pour éviter des rayures de surface, qui peuvent être des sites de corrosion. Par conséquent, les tôles minces plaquées sont

significativement plus chères à fabriquer, et en plus on constate lors de leur fabrication un taux de rebut plus élevé que chez les tôles non plaquées de même alliage, épaisseur et état métallurgique, ce qui augmente encore leur coût de revient.

Ce problème se prolonge même après la fabrication d'un complexe stratifié de type

- 5 Glare : si lors de la manipulation d'un tel complexe une rayure accidentelle entraîne un défaut rédhibitoire, la pièce doit être rebutée et toute la valeur ajoutée que représente la fabrication du complexe stratifié est perdue.

Il serait donc souhaitable de disposer de feuilles composites stratifiées aluminium –

- 10 fibres de verre qui utilisent des tôles minces en alliage d'aluminium issues d'un procédé de fabrication plus simple que les tôles minces en alliages des familles 2xxx et 7xxx utilisées dans les feuilles composites stratifiées connues. Plus particulièrement, il serait souhaitable que lesdites tôles minces soient moins sensibles à la corrosion que celles en alliages de type 2xxx ou 7xxx, de façon à éviter l'usage
- 15 de tôles minces plaquées, et que les feuilles composites stratifiées incorporant ces tôles aient des caractéristiques mécaniques comparables aux feuilles composites stratifiées connues.

Objet de l'invention

20

L'invention a pour objet une feuille composite stratifiée aluminium – fibres de verre, comportant N tôles en alliage d'aluminium qui alternent avec N-1 couches de polymère, N étant au moins égal à 2 et ladite couche de polymère contenant des fibres de verre,

- 25 ladite feuille composite stratifiée étant caractérisée en ce qu'au moins une desdites tôles est en alliage d'aluminium sans traitement thermique.

Un autre objet de l'invention est l'utilisation d'une telle feuille comme élément structural, notamment en construction aéronautique.

- 30 Un autre objet de l'invention est l'élément structural comportant au moins une feuille selon l'invention.

Description des figures

La figure 1 montre deux vues schématiques de l'éprouvette utilisée pour la détermination des caractéristiques mécaniques statiques des feuilles composites stratifiées selon la norme ASTM D 3039-76. Le paramètre t indique l'épaisseur de la
5 feuille. Les dimensions sont indiquées en millimètres.

Description de l'invention

10 Sauf mention contraire, toutes les indications relatives à la composition chimique des alliages sont exprimées en pour-cent massique. La désignation des alliages suit les règles de The Aluminum Association. Les états métallurgiques sont définis dans la norme européenne EN 515. Sauf mention contraire, les caractéristiques mécaniques statiques, c'est-à-dire la résistance à la rupture R_m , la limite élastique $R_{p0,2}$, et
15 l'allongement à la rupture A , des tôles métalliques sont déterminées par un essai de traction selon la norme EN 10002-1. Le terme « tôle mince » est compris ici comme un produit laminé en alliage d'aluminium dont l'épaisseur uniforme est inférieure à 6 mm, alors que la norme EN 12258-1 utilise pour des produits laminés dont l'épaisseur est inférieure ou égale à 0,20 mm le terme « feuille mince ».

20 La demanderesse a constaté qu'il est possible de fabriquer des feuilles composites stratifiées en utilisant certains types de tôles minces en alliages d'aluminium sans traitement thermique. La demanderesse a constaté que la limite d'élasticité et la résistance mécanique des feuilles composites stratifiées de type Glare augmentent de
25 façon approximativement linéaire avec la limite d'élasticité et la résistance à la rupture des tôles minces de base. Pour les tôles à très haute limite d'élasticité, la limite d'élasticité des feuilles composites stratifiées de type Glare est certes nettement inférieure à celle des tôles minces de base, mais continue à augmenter avec la limite d'élasticité de la tôle mince de base.

30 Toutefois, pour certaines applications techniques, la limite d'élasticité et la résistance à la rupture, à condition qu'elles atteignent un certain niveau minimal, ne sont pas

déterminantes. Ceci est notamment le cas lorsque pour l'élément structural en service, des fissures d'une certaine taille maximale sont tolérées. A titre d'exemple, lorsque l'on envisage d'utiliser les feuilles composites stratifiées comme panneaux de revêtement de fuselage d'un avion, c'est plutôt la résistance résiduelle d'un
5 panneau fissuré qui est le paramètre critique qui détermine le choix du type de composite à utiliser. Or, la demanderesse a constaté que ce paramètre ne dépend pas d'une façon simple des paramètres des tôles minces ou feuilles minces de base.

Tous les alliages d'aluminium sans traitement thermiques présentant une limite
10 d'élasticité, une résistance à la rupture et une ténacité suffisantes peuvent convenir à la réalisation de l'invention. Plus particulièrement, pour la fabrication de feuilles composites stratifiées destinées à être utilisées comme élément structural en construction aéronautique, on préfère utiliser des tôles présentant les caractéristiques mécaniques statiques suivantes : une limite d'élasticité d'au moins 240 MPa et
15 préférentiellement d'au moins 260 MPa, et une résistance à la rupture d'au moins 260 MPa et préférentiellement d'au moins 275 MPa. De façon encore plus préférentielle, lesdites tôles présentent en plus desdites caractéristiques mécaniques statiques une ténacité caractérisée par un facteur d'intensité de contrainte apparent K_{CO} , mesuré selon la norme ASTM E 561 sur un panneau de 400 mm de largeur
20 comportant une fissure initiale de 133 mm, d'au moins 75 MPa \sqrt{m} . Dans une réalisation préférée de l'invention, la tôle présente une valeur de K_{CO} d'au moins 80 MPa \sqrt{m} , et encore plus préférentiellement d'au moins 85 MPa \sqrt{m} .

On préfère les alliages de la série 5xxx, et plus particulièrement les alliages Al-Mg
25 présentant une teneur en magnésium comprise entre 4 et 6 %, qui montrent une résistance mécanique élevée et peuvent être fabriquées de façon à montrer une résistance à la corrosion satisfaisante. Encore plus préférentiellement, ces tôles ont une teneur en manganèse comprise entre 0,2 et 1 %.

30 A titre d'exemple, la demanderesse a obtenu des panneaux selon l'invention utilisant des tôles en alliage 5186 H12 présentant une limite d'élasticité d'au moins 250 MPa, qui ont une résistance résiduelle et une contrainte limite comparables aux panneaux

utilisant des tôles en alliage 2024 T3. On peut avantageusement utiliser des alliages de type 5xxx encore plus résistants, ou dans des états métallurgiques écrouis plus durs, tels que H16, H18, H19. On peut utiliser des tôles dans des états peu écrouis (au plus H14) si les tôles plus écrouies ne présentent pas une ténacité intrinsèque suffisante. On préfère des tôles qui ont à la fois une ténacité et une résistance à la rupture suffisantes. Pour ce faire, on peut ajuster la composition chimique et / ou le degré l'écrouissage des tôles. La demanderesse a constaté qu'il est préférable d'optimiser les caractéristiques mécaniques statiques et dynamiques de la tôle de base par le biais de sa composition chimique et de sa microstructure plutôt que par l'écrouissage. A titre d'exemple, l'ajout de scandium ou d'hafnium permet d'augmenter la limite d'élasticité des tôles jusqu'à 350 MPa et même au-delà sans dégrader leur ténacité intrinsèque. Dans une réalisation préférée de l'invention, on utilise entre 0,1 et 0,3 %, et préférentiellement environ 0,2 % de scandium, ou entre 0,2 et 0,4 %, et préférentiellement environ 0,3 %, de hafnium, sachant que ces deux éléments peuvent se substituer mutuellement, en tenant compte de la plus grande efficacité du scandium par rapport au hafnium. On peut aussi utiliser d'autres éléments qui forment des dispersoïdes durcissants, tels que Zr, Cr, La, Ti, Ce, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Y, Yb. Ainsi, il est possible d'obtenir des produits qui ont des propriétés mécaniques comparables à celles du produit standard, c'est-à-dire les feuilles composites stratifiées de type Glare incorporant des tôles minces en 2024 T3, tout en évitant de faire appel aux tôles minces à durcissement structural, et / ou aux tôles minces plaquées.

La demanderesse a obtenu de bons résultats avec des tôles minces en alliages 5186, 5182, 5082, 5083, 5086, 5383, 5456. Les produits obtenus avec des tôles minces 5186 H14, H16 et H28 sont particulièrement préférées ; ces tôles présentent préférentiellement une valeur de K_{CO} d'au moins $80 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$, et préférentiellement d'au moins $85 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$. La demanderesse a également obtenu de bons résultats avec des tôles minces en alliage 5383 à l'état H116 (K_{CO} supérieur à $85 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$). A titre de comparaison, la valeur de K_{CO} d'une tôle en alliage 2024 est de l'ordre de 85 à 90 $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$.

Selon l'invention, on peut également fabriquer des complexes stratifiés aluminium – fibres de verre dans lesquels l'une des tôles externes, ou les deux tôles externes, sont en alliage sans traitement thermique, alors que les autres tôles sont en alliages à traitement thermique ; un tel complexe peut par exemple comporter une tôle
5 extérieure en alliage 5186 H14, les autres tôles étant en 2024 T3 traditionnel. On remplace ainsi une tôle plaquée à traitement thermique par une tôle non plaquée sans traitement thermique présentant des caractéristiques mécaniques sensiblement similaires.

10 Les feuilles composites stratifiées selon l'invention comportent N tôles en alliage d'aluminium qui alternent avec N-1 couches de polymère ; N étant au moins égal à 2, mais une valeur de 3 ou 4 est préférée à une valeur de 2. Elles peuvent être fabriquées selon les procédés connus de l'homme du métier. On utilise de façon préférée un polymère thermodurcissable, par exemple un polymère de type époxy. L'épaisseur
15 des tôles dans les feuille composites stratifiées selon l'invention est avantageusement inférieure à 1 mm, et préférentiellement comprise entre 0,2 et 0,6 mm.

Les produits selon l'invention peuvent être utilisés comme élément structural, et notamment en construction aéronautique. Une application préférée est celle comme
20 élément structural d'aéronef, et plus particulièrement pour des éléments structuraux pour lesquels le concepteur tolère, en situation de service, la présence de fissures d'une certaine taille maximale. Une application particulièrement préférée est celle comme panneau de revêtement de la partie supérieure du fuselage (appelé « upper shell » en anglais) d'un avion.

25

Les produits selon l'invention ont de nombreux avantages. Le prix des tôles en alliage sans traitement thermique est très significativement plus bas que celui des tôles en alliages à traitement thermique. La meilleure résistance à la corrosion des tôles en alliage 5xxx par rapport aux tôles en 2024 permet de simplifier ou même de
30 supprimer le traitement de surface anti-corrosion des faces externes, et de se contenter d'un revêtement de surface (peinture par exemple) moins épais et plus

Selon l'invention, on peut également fabriquer des complexes stratifiés aluminium – fibres de verre dans lesquels l'une des tôles externes, ou les deux tôles externes, sont en alliage sans traitement thermique, alors que les autres tôles sont en alliages à traitement thermique ; un tel complexe peut par exemple comporter une tôle
5 extérieure en alliage 5186 H14, les autres tôles étant en 2024 T3 traditionnel. On remplace ainsi une tôle plaquée à traitement thermique par une tôle non plaquée sans traitement thermique présentant des caractéristiques mécaniques sensiblement similaires.

10 Les feuilles composites stratifiées selon l'invention comportent N tôles en alliage d'aluminium qui alternent avec N-1 couches de polymère ; N étant au moins égal à 2, mais une valeur de 3 ou 4 est préférée à une valeur de 2. Elles peuvent être fabriquées selon les procédés connus de l'homme du métier. On utilise de façon préférée un polymère thermodurcissable, par exemple un polymère de type époxy. L'épaisseur
15 des tôles dans les feuille composites stratifiées selon l'invention est avantageusement inférieure à 1 mm, et préférentiellement comprise entre 0,2 et 0,6 mm.

Les produits selon l'invention peuvent être utilisés comme élément structural, et notamment en construction aéronautique. Une application préférée est celle comme
20 élément structural d'aéronef, et plus particulièrement pour des éléments structuraux pour lesquels le concepteur tolère, en situation de service, la présence de fissures d'une certaine taille maximale. Une application particulièrement préférée est celle comme panneau de revêtement de la partie supérieure du fuselage (appelé « upper shell » en anglais) d'un avion. Une autre application est celle comme élément de
25 porte d'aéronef.

Les produits selon l'invention ont de nombreux avantages. Le prix des tôles en alliage sans traitement thermique est très significativement plus bas que celui des tôles en alliages à traitement thermique. La meilleure résistance à la corrosion des
30 tôles en alliage 5xxx par rapport aux tôles en 2024 permet de simplifier ou même de supprimer le traitement de surface anti-corrosion des faces externes, et de se contenter d'un revêtement de surface (peinture par exemple) moins épais et plus

léger. Cela permet de fabriquer des éléments structuraux plus légers, moins chers, et avec des procédés moins polluants.

Exemple

5

On a préparé des feuilles composites stratifiées de type Glare incorporant quatre tôles minces identiques d'épaisseur 0,5 mm et trois couches de fibre de verre et d'adhésif époxy (couches « prepreg ») d'épaisseur identique de 0,25 mm. Chacune des trois couches prepreg contient des fibres superposées au sens 0° et 90°. La largeur des

10

panneaux était de 800 mm, leur longueur de 1200 mm. Les tôles minces ont été soigneusement nettoyés pour enlever des particules métalliques ou non métalliques. Le composite a été préparé selon une technique connue. La cuisson du composite a été effectuée dans un autoclave avec un cycle thermique défini par les points

15

($t_1 = 0$ min / $T_1 = 20$ °C / $P_1 = 1000$ Mbar),

($t_2 = 10$ min / $T_2 = 20$ °C / $P_2 = 6000$ Mbar),

($t_3 = 55$ min / $T_3 = 120$ °C / $P_3 = 6000$ Mbar),

($t_4 = 145$ min / $T_4 = 120$ °C / $P_4 = 6000$ Mbar),

($t_5 = 161$ min / $T_5 = 40$ °C / $P_5 = 6000$ Mbar),

20

($t_6 = 165$ min / $T_6 = 20$ °C / $P_6 = 1000$ Mbar).

On a ainsi préparé des feuilles composites stratifiées avec des tôles non plaquées en différents alliages et états métallurgiques : 5186 H12, 2024 T3, 2024A T3, 2024A T39. Les caractéristiques mécaniques statiques de ces tôles de base ont été

25

On a déterminé les caractéristiques mécaniques statiques des feuilles composites stratifiées selon la procédure décrite dans la norme ASTM D 3039-76 dans le sens parallèle à la direction de laminage des tôles, et dans le sens perpendiculaire au sens de laminage des tôles. Le principe des éprouvettes est montré sur la figure 1. Les

30

paramètres obtenus sont : la limite d'élasticité $R_{p0,2}$ et la résistance à la rupture R_m .

On a effectué un essai de résistance résiduelle d'un panneau fissuré selon la norme ASTM E-561 ; le dépouillement de ces mesures a été fait suivant l'enseignement du livre de T.J. de Vries, « Blunt and sharp notch behaviour of Glare laminates », Delft University Press 2001, pages 59 à 68. Ce livre informe également sur la forme
5 précise de l'éprouvette.

Les résultats sont présentés dans le tableau 1. Les caractéristiques mécaniques statiques indiquées sont des valeurs moyennes de cinq mesures.

Tableau 1 : Résultats

Référence	Tôle de base		Feuilles composites stratifiées		
	R _{p0,2} (L) [MPa]	R _m (L) [MPa]	R _{p0,2} (L) [MPa]	R _m (L) [MPa]	Résistance résiduelle (L) [MPa√m]
2024 T3	369	484	307	634	195
5186 H12	250	310	227	552	172
2024A T3	360	460	288	613	219
2024A T39	390	480	312	634	218

On constate que les panneaux selon l'invention utilisant des tôles en alliage 5186 H12 ont une résistance résiduelle tout à fait comparable aux panneaux utilisant des tôles en alliage 2024 T3 : elle est d'environ 20 % inférieures pour les panneaux selon
15 l'invention, ce qui est acceptable, compte tenu des autres avantages techniques et économiques des produits selon l'invention.

La résistance à la corrosion des panneaux n'a pas été testée dans cet exemple ; en effet, les tôles en alliage 2xxx n'étaient pas plaquées pour simplifier la fabrication
20 des feuilles composites stratifiées. L'homme du métier sait que la résistance à la corrosion d'un produit en alliage 2xxx tel que le 2024, dans toutes les situations d'usage comme élément structural aéronautique, est très inférieure à celle d'un alliage de la famille 5xxx tel que le 5186 (voir par exemple le chapitre « Corrosion

Resistance of Aluminum and Aluminum Alloys » dans Metal Handbook, Desk Edition, 2nd edition, pages 499 à 505, ASM International).

Revendications

- 5 1. Feuille composite stratifiée aluminium – fibres de verre, comportant N tôles en alliage d'aluminium qui alternent avec N-1 couches de polymère, N étant au moins égal à 2 et ladite couche de polymère contenant des fibres de verre, ladite feuille composite stratifiée étant caractérisée en ce qu'au moins une desdites tôles est en alliage d'aluminium sans traitement thermique.
- 10 2. Feuille composite stratifiée selon la revendication 1, dans laquelle N est au moins égal à trois.
- 15 3. Feuille composite stratifiée selon la revendication 2, dans laquelle au moins une des faces externes est formée d'une tôle en alliage d'aluminium sans traitement thermique.
- 20 4. Feuille composite stratifiée selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ladite tôle en alliage d'aluminium sans traitement thermique est en alliage 5xxx ou 3xxx.
- 25 5. Feuille selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'alliage de ladite tôles en alliage d'aluminium sans traitement thermique est sélectionné le groupe constitué par les alliage 5082, 5083, 5182, 5086, 5383, 5456, 5186.
6. Feuille selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'alliage de ladite tôles en alliage d'aluminium sans traitement thermique est un alliage Al-Mg avec une teneur en magnésium comprise entre 4 et 6 %.
- 30 7. Feuille selon la revendication 6, dans laquelle l'alliage Al-Mg a une teneur en manganèse comprise entre 0,2 et 1 %.

Revendications

- 5 1. Feuille composite stratifiée aluminium – fibres de verre, comportant N tôles en alliage d'aluminium qui alternent avec N-1 couches de polymère, N étant au moins égal à 2 et ladite couche de polymère contenant des fibres de verre, ladite feuille composite stratifiée étant caractérisée en ce qu'au moins une
10 desdites tôles est en alliage d'aluminium sans traitement thermique de type Al-Mg avec une teneur en magnésium comprise entre 4 et 6%.
2. Feuille composite stratifiée selon la revendication 1, dans laquelle N est au moins égal à trois.
- 15 3. Feuille composite stratifiée selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle au moins une des faces externes est formée d'une tôle en alliage d'aluminium sans traitement thermique.
4. Feuille selon une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que
20 l'alliage de ladite tôles en alliage d'aluminium sans traitement thermique est sélectionné le groupe constitué par les alliage 5082, 5083, 5182, 5086, 5383, 5456, 5186.
5. Feuille selon une quelconque des revendications 1 à 4, dans laquelle l'alliage Al-
25 Mg a une teneur en manganèse comprise entre 0,2 et 1 %.
6. Feuille selon une quelconque des revendications 5 ou 6, dans laquelle l'alliage Al-Mg a une teneur en scandium compris entre 0,1 – 0,3 %, et / ou une teneur en hafnium comprise entre 0,2 et 0,4 %.

13

8. Feuille selon l'une des revendications 6 ou 7, dans laquelle l'alliage Al-Mg a une teneur en scandium comprise entre 0,1 – 0,3 %, et / ou une teneur en hafnium comprise entre 0,2 et 0,4 %.
- 5 9. Feuille selon l'une des revendications 6 à 8, dans laquelle l'alliage Al-Mg contient des éléments formant des dispersoïdes sélectionnés dans le groupe constitué par Zr, Cr, La, Ti, Ce, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Y, Yb.
- 10 10. Feuille selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans laquelle ladite tôle en alliage d'aluminium sans traitement thermique présente une limite d'élasticité d'au moins 240 MPa, et préférentiellement d'au moins 260 MPa, et une résistance à la rupture d'au moins 260 MPa et préférentiellement d'au moins 275 MPa.
- 15 11. Feuille selon la revendication 10, dans laquelle ladite tôle présente un facteur d'intensité de contrainte apparent K_{CO} , mesuré selon la norme ASTM E 561 sur un panneau de 400 mm de largeur comportant une fissure initiale de 133 mm, d'au moins 75 MPa \sqrt{m} , préférentiellement d'au moins 80 MPa \sqrt{m} , et encore plus préférentiellement d'au moins 85 MPa \sqrt{m} .
- 20 12. Utilisation d'une feuille selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 comme élément structural.
13. Utilisation d'une feuille selon l'une quelconque des revendications 1 à 11
25 comme élément structural en construction aéronautique.
14. Utilisation d'une feuille selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 comme élément de fuselage d'un aéronef.
- 30 15. Utilisation d'une feuille selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 comme élément de porte d'aéronef.



13

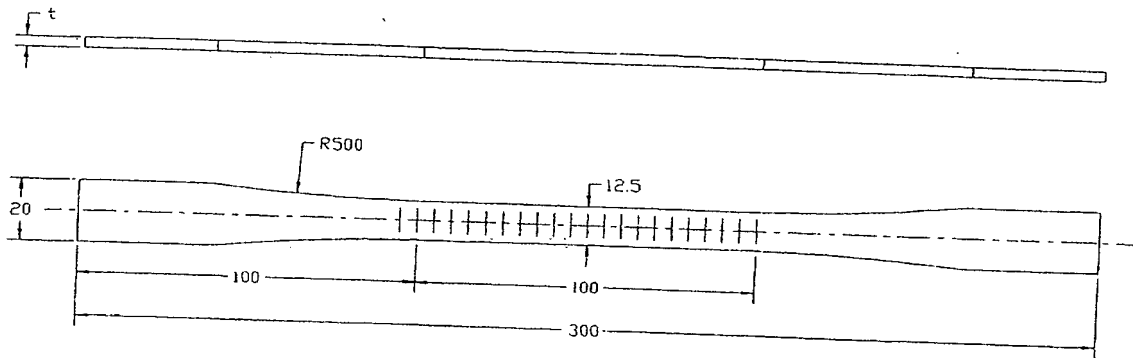
7. Feuille selon une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle l'alliage Al-Mg contient des éléments formant des dispersoïdes sélectionnés dans le groupe constitué par Zr, Cr, La, Ti, Ce, Nd, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Y, Yb.
- 5 8. Feuille selon une quelconque des revendications 1 à 7, dans laquelle ladite tôle en alliage Al-Mg présente une limite d'élasticité d'au moins 240 MPa, et préférentiellement d'au moins 260 MPa, et une résistance à la rupture d'au moins 260 MPa et préférentiellement d'au moins 275 MPa.
- 10 9. Feuille selon la revendication 8, dans laquelle ladite tôle présente un facteur d'intensité de contrainte apparent K_{CO} , mesuré selon la norme ASTM E 561 sur un panneau de 400 mm de largeur comportant une fissure initiale de 133 mm, d'au moins 75 MPa \sqrt{m} , préférentiellement d'au moins 80 MPa \sqrt{m} , et encore plus préférentiellement d'au moins 85 MPa \sqrt{m} .
- 15 10. Utilisation d'une feuille selon une quelconque des revendications 1 à 9 comme élément structural.
11. Utilisation d'une feuille selon une quelconque des revendications 1 à 9 comme
- 20 élément structural en construction aéronautique.
12. Utilisation d'une feuille selon une quelconque des revendications 1 à 9 comme élément de fuselage d'un aéronef.
- 25 13. Utilisation d'une feuille selon une quelconque des revendications 1 à 9 comme élément de porte d'aéronef.
14. Élément structural comportant au moins une feuille selon une quelconque des revendications 1 à 9.
- 30 15. Élément de fuselage d'aéronef comportant au moins une feuille selon une quelconque des revendications 1 à 9.

14

16. Élément structural comportant au moins une feuille selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

5 17. Élément de fuselage d'aéronef comportant au moins une feuille selon l'une quelconque des revendications 1 à 11.

Figure 1





DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		BR 3511 MPS/NC	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		09 11 841	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
FEUILLES COMPOSITES STRATIFIEES ALUMINIUM - FIBRES DE VERRE			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
PECHINEY Monsieur Martin-Peter SCHMIDT Immeuble "SIS" 217 Cours Lafayette 69451 LYON CEDEX 06			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		EHRSTROM	
Prénoms		Jean-Christophe	
Adresse	Rue	5, Place des Jacobins	
	Code postal et ville	38130	ECHIROLLES
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		WARNER	
Prénoms		Timothy	
Adresse	Rue	506 Fitzhugh Street	
	Code postal et ville	26164	RAVENSWOOD - WV - Etats-Unis
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)			
25 Septembre 2002			
Martin-Peter SCHMIDT			

THIS PAGE BLANK (USPTO)